МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи
«Цикли з передумовою та постумовою у програмах мовою Delphi»

з курсу «Програмування»
для студентів напряму 6.040302 – Інформатика
(спеціалізація «Соціальна інформатика»)

Затверджено редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 3 від 28.12.09.

Харків НТУ «ХПІ» 2010

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Цикли з передумовою та постумовою у програмах мовою Delphi» з курсу «Програмування» для студентів напряму 6.040302 – Інформатика (спеціалізація «Соціальна інформатика») / Уклад. М. І. Безменов. – Х. : НТУ «ХПІ», 2010. – 17 с.

Укладач М. І. Безменов

Рецензент Л. М. Любчик

Кафедра системного аналізу і управління

Мета роботи

Освоєння методики організації керування процесом обчислень за допомогою операторів циклу із передумовою і постумовою.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

1.1. Загальні положення

Досить часто в програмі доводиться організовувати багаторазове повторення тих самих дій до виконання якої-небудь умови. Такі процеси називаються циклічними.

Загалом кажучи, існує два види циклів – цикл із передумовою і цикл з постумовою (див. рис. 1.1).

У першому випадку (рис. 1.1, *а*) спочатку проводиться перевірка деякої умови і, залежно від результату перевірки, або виконується, або пропускається сукупність операторів, що утворюють так називане тіло циклу. Якщо тіло циклу виконане, то процес повторюється, починаючи з перевірки умови. У другому ж випадку (рис. 1.1, *б*) спочатку виконується тіло циклу, після чого здійснюється перевірка умови повторення циклу. Якщо умова виконується, то процес повторюється.

1.2. Використання умовного оператора і оператора goto

Будь-який із циклів можна організувати з використанням оператора **`if`** та оператора переходу **`goto`**.

Будь-який виконуваний оператор може бути помічений. Мітка – це ідентифікатор, що міститься ліворуч від оператора і відокремлюється від нього двокрапкою. Наприклад,

```
M : y = y + x;
```

Усередині функції операторові, що має мітку, можна передавати керування за допомогою оператора переходу, що має вигляд:

```
goto мітка;
```

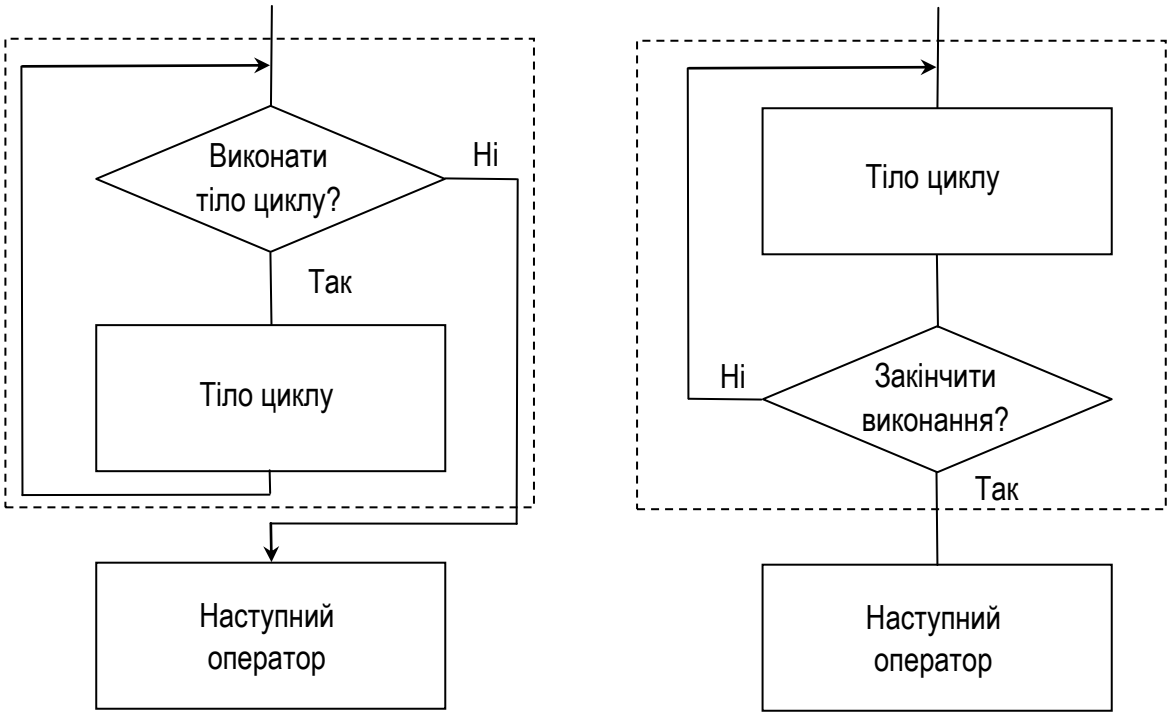
де мітка – одна з міток.

Кожна з міток повинна бути описана, робиться в розділі опису міток, який починається зі службового слова **`label`**, після якого перелічуються мітки з поділом їх комою:

```
label Lb1, Lb2, Lb3;
```

Мітка відома усередині тільки тієї процедури або функції, у якій вона визначена. Перехід за допомогою оператора **goto** з однієї процедури або функції у іншу неможливий.

Передавати керування можна усередину умовних операторів, операторів вибору, операторів циклу, складених операторів, блоків, але робити це не рекомендується.



а *б*

Рис. 1.1. Види циклів: *а* – цикл із передумовою; *б* – цикл з постумовою

Цикли можна організувати з використанням операторів, що перевіряють умову, і оператора переходу **goto**.

Організація циклу із передумовою за допомогою оператора **goto** може бути умовно зображена в такий спосіб:

```
мітка_1 : if умова_припинення goto мітка_2;
    тіло_циклу
    goto мітка_1;
мітка_2 : наступний_оператор
```

Дещо простіше виглядає формат циклу з постумовою:

```
мітка :
    тіло_циклу
if умова_повторення goto мітка;
наступний_оператор
```

Цикли, побудовані з використанням умовних операторів і операторів переходу, виглядають досить громіздко й не рекомендуються до використання у зв'язку з їхньою поганою структурованістю, тим більше, що сучасні вимоги до методики програмування констатують заборону використання оператора **goto** з деяким послабленням для виняткових випадків.

У мові Delphi існують спеціальні оператори для організації циклів.

1.3. Оператор циклу із передумовою

Цей оператор у мові Delphi задається конструкцією, що має такий вигляд:

```
while вираз_умова do тіло_циклу
```

Оператор виконується в такий спосіб. Спочатку обчислюється значення виразу_умови і у випадку його істинності виконується тіло_циклу, після чого дії повторюються, починаючи з обчислення виразу_умови. Якщо вираз_умова виявиться помилковим, виконання циклу припиняється.

Особливості оператора **while**:

- як і в операторі **if**, виразом_умовою може бути як завгодно складний вираз, результатом обчислення якого є одне з булевих значень **true** або `False`;
- якщо вираз_умова, записаний в заголовку циклу **while**, відразу ж має значення `False`, то цикл не виконається жодного разу;
- тілом_циклу може бути тільки один оператор (простий або складений);
- в тілі_циклу повинне бути забезпечене змінення хоча б однієї змінної, що входить у вираз_умову, причому це змінення, зрештою, повинне привести до прийняття виразом_умовою значення `False`;
- при некоректному записі циклу можлива ситуація, коли його виконання буде нескінченним, що може відбутися або через неправильний запис виразу_умови, або через помилки, що приводять до неправильної зміни значень змінних, що входять у вираз_умову;
- можливий примусовий вихід із циклу, для чого звичайно використовується оператор **break** (рідше **goto**);

- у деяких випадках спеціально організують нескінченний цикл, вихід з якого здійснюють за допомогою оператора **break**;
- у тілі циклу може бути присутнім оператор **continue**, виконання якого забезпечує пропуск всіх операторів до кінця циклу, тобто здійснює перехід на перевірку умови виконання циклу (вихід із циклу оператор **continue** не здійснює);
- у тілі_циклу може міститися будь-який виконуваний оператор, у тому числі будь-який оператор циклу;
- у випадку вкладеності циклів оператори **break** і **continue** діють тільки в самому внутрішньому з утримуючих їх операторів циклу (за допомогою оператора **break** можна вийти із внутрішнього циклу тільки на попередній рівень вкладеності).

Як і у операторі if, вираз_умова може бути записаний декількома способами. Наприклад, якщо цикл повинен виконуватися доти, поки значення деякої змінної w не вийде за межі інтервалу [a, b], то його заголовок може виглядати так:

```
while (w >= a) and (w <= b) do
```

або

```
while not ( (w < a) or (w > b)) do
```

Відзначимо, що використовуваний для примусового виходу із циклу оператор **break** найчастіше записується усередині оператора **if** з деякою додатковою умовою виходу:

```
if (додатковий_вираз_умова) begin
  // ...
  break;
end;
```

1.4. Оператор циклу з постумовою

Цей оператор у мові Delphi задається конструкцією виду

```
repeat
  тіло_циклу
until вираз_умова;
```

Тут спочатку виконується тіло_циклу, після чого обчислюється значення виразу_умови. Якщо воно дорівнює False, тіло циклу виконується повторно. Процес повторюється допоки виразу_умови не прийме значення True. Усе,

що сказано вище про особливості циклу **while**, можна віднести і до циклу **repeat**. Єдина відмінність полягає в тому, що на відміну від оператора **while**, тіло_циклу в операторі **repeat** хоча б один раз виконується в обов'язковому порядку.

Оскільки службові слова та у операторі циклу з післяумовою відіграють роль дужок, використання слів **begin** та **end** для укладення в них тіла_циклу, яке складається з декількох операторів є зайвим.

2. ПРИКЛАДИ ПРОГРАМ

Приклад 1. Дано додатне число ε. Обчислити

$$1+\frac{1}{3}+\frac{1}{2^2+2}+\frac{1}{2^3+3}+\cdots,$$

обмеживши тільки тими доданками, які перевищують ε.

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа ε, багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
   eps, DegreeOfTwo, Sum: Real;
   n: Integer;
begin
   DecimalSeparator := '.';
   eps := StrToFloat(Edit1.Text);
   n := 0;                 // Відлічуваний від 0 номер доданка
   Sum := 0;                          // Початкове значення суми
   DegreeOfTwo := 1;                        // Це 2 у степені 0
   while 1 / (DegreeOfTwo + n) > eps do begin
     Sum := Sum + 1 / (DegreeOfTwo + n);
                     // Обчислюємо наступний степінь числа 2
     DegreeOfTwo := DegreeOfTwo * 2;
     Inc(n);
   end;
   Memo1.Lines.Add('The sum is ' + FloatToStr(Sum));
end;
```

Приклад 2. Члени нескінченної послідовності дійсних чисел a_0, a_1, a_2, … задаються за формулою $a_i=\frac{(-1)^i}{2^i+i}$, $i=0, 1, 2, \ldots$

Дано додатне число ε. Обчислити суму $a_0 + a_1 + \ldots + a_n$, де a_n – член послідовності, для якого вперше виконане співвідношення $|a_n| - |a_{n+1}| < \varepsilon$.

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа ε, багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
   aNew, aOld, Sum, eps, DegreeOfTwo: Real;
   i, k: Integer;
begin
   DecimalSeparator := '.';
   eps := StrToFloat(Edit1.Text);
   i := 0;                // Відлічуваний від 0 номер доданка
   k := 1;                       // Нульовий степінь числа -1
   DegreeOfTwo := 1;                      // Це 2 у степені 0
   aNew := 1;                // Значення доданка з номером 0
   Sum := 0;                       // Початкове значення суми
   repeat
      aOld := aNew;
      Sum := Sum + aOld;
      Inc(i);
      k := -k;                  // Наступний степінь числа -1
      DegreeOfTwo := DegreeOfTwo * 2;     // Це 2 у степені i
      aNew := k / (DegreeOfTwo + i);         // Новий доданок
   until Abs(aOld) - Abs(aNew) < eps;
   Memo1.Lines.Add('The sum is ' + FloatToStr(Sum));
end;
```

Приклад 3. Дано натуральне число *N*. З'ясувати, чи входить цифра 1 у запис числа N^2.

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа *N*, багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку подання команди на обчислення Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
   N2: Integer;                       // Другий степінь числа N
   Flag: Boolean;
begin
   N2 := Sqr(StrToInt(Edit1.Text));
   Flag := False;         // Вважаємо що 1 не входить у запис
```

```
    repeat
      if N2 mod 10 = 1 then begin  // Перевірка приналежності
        Flag := True;                          // Так, входить
        Break;                    // Примусовий вихід із циклу
      end;
      N2 := N2 div 10;             // Знищення останньої цифри
    until N2 = 0;
    if Flag then
      Memo1.Lines.Add('Одиниця входить у запис')
    else
      Memo1.Lines.Add('Одиниця не входить у запис');
end;
```

Приклад 4. Здійснити генерування випадкових дійсних чисел у напіввідкритому інтервалу [0, 1), задавши як ознаку закінчення генерування появу числа, віддаоеного від середнього арифметичного раніш згенерованих чисел менш, ніж на 10 %. Скільки чисел було згенеровано? Визначити також мінімальне зі згенерованих чисел. Останнє згенероване число (ознаку закінчення генерування) не враховувати.

Розмістимо на формі багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку подання команди на обчислення Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
   a: Real;
   Sum, Min: Real;
   n: Integer;
begin
   DecimalSeparator := '.';
   Randomize;
   Min := Random;                  // Згенеровано перше число
   n := 1;                       // Кількість чисел дорівнює 1
   Sum := Min;                     // Початкове значення суми
   a := Random;                                // Наступне число
   while Abs(a - Sum / n) >= 0.001 * Sum / n do begin
     if a < Min then Min := a;                  // Новий мінімум
     Inc(n);                               // Нова кількість чисел
     Sum := Sum + a;                            // Нова сума чисел
     a := Random;                               // Наступне число
   end;
   Memo1.Lines.Add('Кількість чисел дорівнює  '
                   +IntToStr(n));
```

```
   Memo1.Lines.Add('Мінімальне з чисел дорівнює  '
                   +FloatToStr(Min));
end;
```

Приклад 5. Дано натуральне число *n*. Знайти мінімальне натуральне число *m*, добуток цифр якого дорівнює *n*. Якщо таке число відсутнє, результатом повинне бути число 0. Для однозначного числа вважати добутком цифр саме це число.

Розмістимо на формі багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку подання команди на обчислення Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  n: Integer;
  m, p, q: Integer;
begin
  n := StrToInt(Edit1.Text);
  m := 0;
  p := 0;
  while p < n do begin
    Inc(m);
    q := m;
    p := 1;
    repeat
      p := p * (q mod 10);
      q := q div 10;
    until q = 0;
  end;
  if p > n then m := 0;
  Memo1.Lines.Add('m = ' + IntToStr(m));
end;
```

Приклад 6. Дано дійсне число x ($x \neq 0$). Обчислити

$$\cfrac{x}{x+\cfrac{2}{x+\cfrac{4}{x+\cfrac{8}{\ddots\,x+\cfrac{256}{x}}}}}.$$

Розмістимо на формі однорядковий редактор Edit1 для введення числа x, багаторядковий редактор Memo1 для виведення результату та кнопку подання команди на обчислення Button1. В такому разі код оброблювача події OnClick кнопки Button1 може бути таким:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  x, y: Real;
  n: Integer;
begin
  DecimalSeparator := '.';
  x := StrToInt(Edit1.Text);
  n := 256;
  y := 0;
  while n > 0 do begin
    y := n / (x + y);
    n := n div 2;
  end;
  Memo1.Lines.Add(FloatToStr(x * y));
end;
```

3. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ

За час, відведений для виконання лабораторної роботи (2 академічні години), студент повинен:

1. Розробити алгоритм розв'язання задачі, запропонованої для програмування.
2. Здійснити проектування форми для функціонування розроблюваної програми.
3. Здійснити програмну реалізацію розробленого алгоритму.
4. Здійснити відлагодження програми, виправивши синтаксичні та логічні помилки.
5. Підібрати тестові дані для перевірки програми, включаючи виняткові випадки.
6. Оформити звіт до лабораторної роботи.
7. Відповісти на контрольні запитання.
8. Здати викладачу працездатну програму з демонстрацією її роботи на декількох варіантах вихідних даних.

4. ВАРІАНТИ ЗАДАЧ

1. Дано додатні дійсні *x*, ε. У нескінченній послідовності $y_1, y_2, \ldots$, утвореній за законом

$$y_0 = x;\ y_i = \frac{1}{2}\left(y_{i-1} + \frac{x}{y_{i-1}} \right),\ i = 1, 2, \ldots,$$

знайти перший член y_n, для якого виконана нерівність $| y_n^2 - y_{n-1}^2 | < \varepsilon$.

2. Дано дійсні додатні числа *a*, ε. Послідовність $x_0, x_1, x_2, \ldots$ утворена за законом

$$x_0 = \begin{cases} \min(2a, \frac{6}{7}) & \text{при } a \le 1, \\ \frac{a}{7} & \text{при } 1 < a < 49, \\ \frac{a}{49} & \text{в інших випадках;} \end{cases}$$

$$x_k = \frac{5}{7} x_{k-1} + \frac{a}{6x_{k-1}^3},\quad k = 1, 2, \ldots$$

Знайти перший член x_k, для якого $\frac{7}{5} | x_{k+1} - x_k | < \varepsilon$. Обчислити для знайденого значення різницю $a - x_k^3$.

3. Дано ціле число $h > 1$. Одержати найбільше ціле *k*, для якого $3^k < h$.
4. Обчислити нескінченну суму

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^{i+1}}{i(i+1)(i+2)}$$

із заданою точністю ε ($\varepsilon > 0$), вважаючи, що необхідна точність досягнута, якщо черговий доданок виявився за модулем менше, ніж ε.

5. Дано дійсні числа *x*, *y* ($x > 1$). Одержати найменше число виду x^n, що перевищує *y*, де *n* – ціле невід'ємне число.
6. Знайти корінь рівняння $y = ax^2 \sin x + b$ за умови, що корінь єдиний і перебуває на інтервалі [x_1, x_2]. Для знаходження кореня скористатися методом поділу відрізка навпіл. Точність обчислення кореня задається величиною $\varepsilon \ge 0$.
7. Дано ціле число. Поміняти порядок його цифр на зворотний.

8. Дано ціле число. Одержати нове число, видаливши в записі вихідного числа всі одиниці.
9. Реалізувати алгоритм Евкліда знаходження найбільшого спільного дільника (НСД) двох невід'ємних цілих чисел, який можна описати так. Нехай m і n – одночасно не рівні нулю цілі невід'ємні числа і нехай $m \geq n$. Тоді, якщо $n = 0$, то $\text{НСД}(m, 0) = m$, а якщо $n \neq 0$, то для чисел m, n і r, де r – остача від ділення m на n, виконується рівність $\text{НСД}(m, n) = \text{НСД}(n, r)$. Так, $\text{НСД}(18, 8) = \text{НСД}(8, 2) = \text{НСД}(2, 0) = 2$.

   Дано натуральні числа m, n. Використовуючи алгоритм Евкліда, знайти найбільший спільний дільник m і n.
10. Дано два натуральні числа. Знайти їх найменше спільне кратне.
11. Знайти натуральне число n, що подається двома різними способами сумою кубів двох натуральних чисел: $n = x^3 + y^3$ $(x \leq y)$.
12. Дано дійсні числа x, ε $(\varepsilon > 0)$. Знайти таке значення n, для якого вперше поточний доданок нескінченної суми

$$1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^n}{n!} + \ldots$$

   за модулем виявиться меншим ε. Переконатися, що наведена вище формула при досить малому значенні ε є поданням значення e^x.
13. Знайти «машинний нуль» в околі числа 1, тобто найбільше значення δ виду $\delta = 1/2^n$, для якого виконується рівність $1 + \delta = 1$.
14. Дано дійсне число x та натуральне число n. Обчислити

$$\cfrac{x}{1 + \cfrac{x}{3 + \cfrac{x}{5 + \cfrac{x}{\ddots \; n + \cfrac{x}{n}}}}}.$$

15. Дано дійсні числа a, b $(a < b)$. Вводяться дійсні числа до першого числа, що не попадає в інтервал $[a, b]$. Знайти суму членів послідовності, що вводилися між двома останніми від'ємними значеннями. Якщо два останніх від'ємних значення вводилися підряд або їхня кількість менше двох, дорівняти суму нулю.
16. Дано дійсне число ε $(\varepsilon > 0)$. Знайти таке значення n, для якого вперше поточний доданок приведених нижче нескінченних сум за модулем ви-

явиться меншим ε. Переконатися, що при досить малому значенні ε справедливі такі рівності:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k-1}}{(2k-1)!} = \sin 1.$$

17. Дано дійсне число ε ($\varepsilon > 0$). Знайти таке значення *n*, для якого вперше поточний доданок приведених нижче нескінченних сум за модулем виявиться меншим ε. Переконатися, що при досить малому значенні ε справедливі такі рівності:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k(k+1)\ldots(k+m)} = \frac{1}{m\,m!} \quad (m = 1,2,\ldots).$$

5. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У чому особливість циклів із передумовою і постумовою?
2. Які оператори застосовуються для організації циклів?
3. Чим відрізняються оператори **`while`** і **`repeat`**?
4. Як здійснювати вибір між операторами **`while`** і **`repeat`**?
5. Чи є серед наведених нижче операторів потенційно нескінченні цикли? При позитивній відповіді вказати такі цикли.

```
while True do begin
  // Оператори
end;

while False do begin
  // Оператори
end;

repeat
  // Оператори
until False;

repeat
  // Оператори
until True;
```

6. Чи є серед наведених у попередньому запитанні операторів невиконувані цикли? При позитивній відповіді вказати такі цикли.
7. Чи можна яким-небудь способом завершити нескінченний цикл?
8. Змінні `sum` та `counter` мають такий опис:

```
var
  sum: Integer;
  counter: Integer;
```

Знайдіть помилку в наведеному нижче фрагменті програми:

```
sum := 0;
counter := 0;
while counter < 100 do
  Inc(sum, counter);
```

9. Змінні `sum` та `counter` мають такий опис:

```
var
  sum, counter: Integer;
```

Знайдіть помилку в наведеному нижче фрагменті програми:

```
sum := 0;
counter := 50;
while counter < 10 do begin
  sum := sum + counter;
  Dec(counter);
end;
```

10. Змінні `sum` та `counter` мають такий опис:

```
var
  sum, counter: Integer;
```

Знайдіть помилку в наведеному нижче фрагменті програми:

```
counter := 11;
repeat
  sum := 0;
  Inc(sum, counter);
  Inc(counter);
until counter = 40;
```

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безменов, М. І. Турбо Паскаль 7.0 : навч. посіб. / М. І. Безменов. – Х. : НТУ «ХПІ»; Парус™, 2005. – 240 с.
2. Кэнту, М. Delphi 7 : Для профессионалов / М. Кэнту – СПб. : Питер, 2004. – 1101 с.

3. Архангельский, А. Я. Программирование в Delphi 6 / А. Я. Архангельский. – М. : БИНОМ, 2002. – 1120 с.
4. Дарахвелидзе, П. Г. Программирование в Delphi 7 / П. Г. Дарахвелидзе, Е. П. Марков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 784 с.
5. Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
6. Пестриков, В. М. Delphi на примерах / В. М. Пестриков, А. Н. Маслобоев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 496 с.
7. Ремкеев, А. А. Курс Delphi для начинающих. Полигон нестандартных задач / А. А. Ремкеев, С. В. Федотова. – М. : СОЛОН-Пресс, 2006. – 360 с.
8. Митчелл, К. Керман. Программирование и отладка в Delphi™ : учебный курс / Митчелл К. Керман. – М. : Вильямс, 2004. – 720 с.
9. Парижский, С. М. Delphi : Только практика / С. М. Парижский. – К. : МК-Пресс, 2005. – 208 с.
10. Культин, Н. Б. Основы программирования в Delphi 2007 / Н. Б. Культин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 480 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до лабораторної роботи
«Цикли з передумовою та постумовою у програмах мовою Delphi»
з курсу «Програмування» для студентів напряму 6.040302 – Інформатика
(спеціалізація «Соціальна інформатика»)

Укладач БЕЗМЕНОВ Микола Іванович

Відповідальний за випуск О. С. Куценко
Роботу до видання рекомендував О. В. Горелий

За авторською редакцією

План 2010 р., поз. 13 / 43-10

Підп. до друку 15.03.2010 р. Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$. Папір офісний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 0,9. Наклад 50 прим.
Зам. № 64. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21